

# Evaluasi Kandungan N (nitrogen) dan P (Phospat) Dan Redesain Pada Kinerja Unit Pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Daerah di Surabaya

Muhammad Raihan Ferdiaz dan Nieke Karnaningroem

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: raihanferdiaz@gmail.com, nieke@enviro.its.ac.id

**Abstrak**— Rumah sakit umum daerah dalam menjalankan fungsi operasionalnya menghasilkan limbah, baik itu limbah domestik, limbah padat, limbah cair serta limbah radioaktif, Penambahan kapasitas menyebabkan kinerja IPAL menjadi tidak sesuai dengan disain awalnya dan muncul permasalahan seperti misalnya kandungan N (nitrogen) dan P (Phospat) bebas tinggi sehingga efluen hasil pengolahan air limbah tidak memenuhi baku mutu (Peraturan Gubernur Jatim No. 72 tahun 2013) yang berlaku.

Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap kinerja unit IPAL yang sudah ada untuk memperoleh kinerja unit dengan kandungan N dan P yang masih belum memenuhi kriteria persyaratan baku mutu.

Hasil evaluasi bangunan IPAL, yang menunjukkan kandungan  $\text{NH}_3$ -bebas dan Phospat masih tinggi kualitas efluen pada outlet IPAL masih berubah-ubah. Redesain perlu direncanakan dengan menambahkan unit koagulasi-flokulasi, untuk mereduksi atau mengatasi kandungan Phospat dan  $\text{NH}_3$ -Bebas yang melebihi. Hasil redesain atau setelah ditambahkan bangunan unit flokulasi-koagulasi didapatkan bahwa kandungan  $\text{NH}_3$ -bebas sebesar 0,05 mg/L dan Phospat sebesar 0,7 mg/L dalam efluen air limbah, atau berarti nilai-nilai kandungan  $\text{NH}_3$ -bebas dan Phospat tersebut sudah memenuhi baku mutu air limbah rumah sakit yang telah ditentukan dalam Peraturan Gubernur Jatim No.72 tahun 2013

kinerjanya menjadi kurang efektif (Sudarmaji, 2012). Permasalahan yang terjadi dalam penelitian saat ini adalah karena tingginya kandungan N (nitrogen) dan P (Phospat) bebas yang menjadi salah satu penyebab kualitas efluen dari IPAL masih belum bisa memenuhi baku mutu yang berlaku. Berdasarkan salah satu hasil evaluasi, hal ini disebabkan oleh adanya limbah cair yang berasal dari *Laundry* dan Laboratorium dan belum adanya *pre-treatment* limbah terlebih dahulu (Arifin, 2008).

Hasil laboratorium efluen IPAL pada salah satu RSUD yang menjadi objek penelitian secara keseluruhan sebagai berikut,  $\text{BOD}_5$  sebesar 16,58 mg/L, COD sebesar 35,09 mg/L, TSS sebesar 7 mg/L, pH sebesar 7,  $\text{NH}_3$ -bebas sebesar 0,224 mg/L dan Phospat sebesar 6,98 mg/L (Waluyo, 2016). Hasil nilai  $\text{NH}_3$ -bebas sebesar 0,1 mg/L dan Phospat sebesar 2 mg/L tersebut apabila dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72/2013 tentang baku mutu air limbah bagi rumah sakit, dapat dinyatakan bahwa hasil pengolahan air limbah masih belum memenuhi baku mutu. IPAL Rumah Sakit perlu dipantau dengan baik dan kontinyu untuk memperoleh hasil pengolahan yang memenuhi baku mutu (Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013) dengan melakukan evaluasi kinerjanya dan atau membuat redesain dari unit pengolahan yang sudah ada.

**Kata Kunci:** Evaluasi, IPAL, Nitrogen, Phospat, Redesain, Rumah Sakit

## PENDAHULUAN

Rumah sakit dalam menjalankan fungsi operasionalnya menghasilkan limbah, baik itu limbah domestik, limbah padat, limbah cair serta limbah radioaktif (Said, 2009). Selain itu diperkirakan bahwa sekitar 10-25% limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit merupakan limbah yang telah terkontaminasi oleh *infectious agent* dan potensial membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan (Selamet, 2000).

Pada umumnya, rumah sakit umum daerah memiliki 2 (dua) unit pengolahan air limbah, yaitu unit pengolahan primer dan sekunder. Menurut Ervin (2014) bahwa salah satu Unit IPAL pada rumah sakit terdiri dari *screening*, bak pengumpul, bak equalisasi, *Aerobic-anaerobic baffle* reaktor dan klorinasi.

Adanya penambahan kapasitas dari limbah cair dapat mempengaruhi kinerja dari IPAL, sehingga menyebabkan

## METODE PERENCANAAN

### i. Pengolahan Air Limbah RSUD

Umumnya system penanganan tahap awal limbah cair di RSUD adalah proses penyaluran dan pengumpulan. Sistem perpipaan ini dibagi menjadi dua bagian yaitu: sistem perpipaan limbah cair rumah sakit dan sistem perpipaan pada unit pengolahan limbah cair. Tahap berikutnya adalah tahap pengolahan yang dimulai dengan tahap pengolahan pertama (*primary treatment*), pengolahan tahap kedua (*secondary treatment*), dan pengolahan tahap ketiga (*tertiary treatment*).

### ii. Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan memaparkan jalannya pemikiran yang akan dilakukan selama perencanaan dan memberikan kemudahan dalam penyusunan atau membaca laporan. Kerangka ini juga memaparkan alur pikir yang sistematis sehingga akan diketahui tahap tahap yang akan dilakukan selama perencanaan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

## i. Hasil Analisis Parameter Kinerja Data Primer

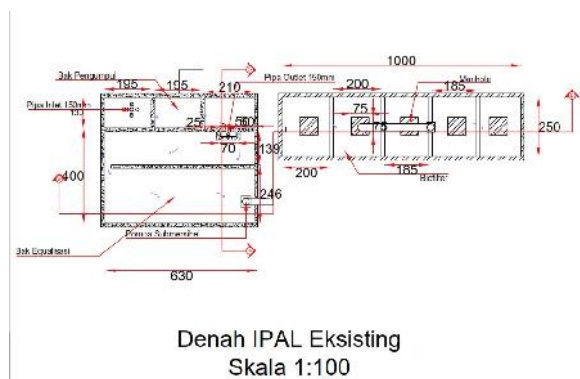
Data primer merupakan data sampling yang dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan. Hasil analisis data primer yang meliputi beberapa parameter yaitu COD, BOD, TSS, pH, Suhu,  $\text{NH}_3$ -Bebas dan Phospat, dapat dilihat pada Rincian Analisis Sampling pada table. dibawah ini.

No	Parameter	Satuan	Kadar
1	pH	#	6,88
2	Suhu	C	25,8
3	BOD <sub>5</sub>	mg/L	86
4	COD	mg/L	138
5	TSS	mg/L	204
6	$\text{NH}_3$ -Bebas	mg/L	0,5
7	Phospat	mg/L	7

Sumber: Hasil Analisis, 2016

## ii. Kinerja Bangunan Pengolahan Air Limbah

Untuk memperoleh kinerja masing masing unit instalasi pengolahan air limbah pada salah satu rangkaian unit IPAL (lihat Gambar Denah berikut), perlu dihitung efisiensi pengolahannya, dan dibandingkan dengan kriteria desain



Hasil analisis kinerja bak pengumpul

Diketahui:

Panjang : 6,3 m, Lebar : 1,3 m, Kedalaman air : 1,5 m

Freeboard : 0,3 m. Qave : 1,73 L/det

V :  $P \times L \times h$   
 $= 6,3 \times 1,3 \times 1,5 = 12,285 \text{ m}^3$

V :  $Q \times t_d$

12,285 :  $1,73 \text{ L/det} \times t_d$

$t_d$  :  $12,285 / (1,73 \times 3600 / 1000 \text{ m}^3/\text{jam})$

: 1,96 jam = 118 menit

:  $t_d$  harus 10 menit (tidak memenuhi)

Pada dasarnya fungsi dari bak pengumpul untuk mengumpulkan sementara air limbah yang masuk sebelum disalurkan ke pengolahan selanjutnya. Berdasarkan kriteria desainnya bak pengumpul memiliki waktu detensi 10 menit. Oleh karena itu direncanakan ulang dimensi unit bak pengumpul dengan mengikuti kriteria desain yang berlaku.

Jika  $t_d < 10$  menit maka dimensi bak seharusnya adalah:

V :  $Q \times t_d$

V :  $1,73 \text{ l/det} \times 600 \text{ det}$

V :  $1038 \text{ l} = 1,038 \text{ m}^3$ , Hair : 1,5 m

Freeboard: 0,3 m . A : V/Hair

A :  $1,038 \text{ m}^3 / 1,5 \text{ m} = 0,692 \text{ m}^2$

Diasumsikan bak berbentuk persegi

Panjang:Lebar = 1:1

A :  $P \times L$ . A :  $P^2$

$0,692 \text{ m}^2 : P^2$

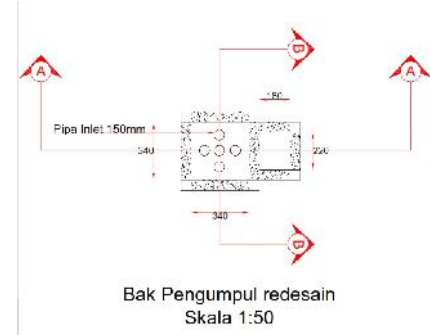
P : 0,83 m

L : 0,83 m

Didapatkan dimensi bak pengumpul baru, yaitu:

Panjang : 0,83 m, Lebar : 0,83 m

Kedalaman air : 1,5 m, Freeboard : 0,3 m



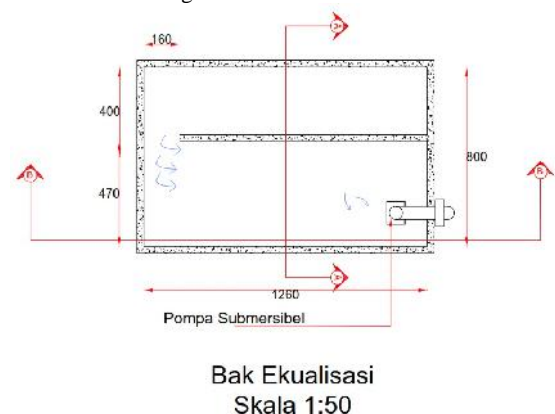
Hasil Analisis Kinerja Bak Equalisasi

Hasil analisis dari keseluruhan yang telah dihitung dapat disimpulkan beberapa hal sesuai dengan kriteria desain baik equalisasi seperti pada tabel Hasil analisis berikut ini.

Tabel Hasil Analisis Kinerja Bak Ekualisasi

No	Parameter Kerja	Kondisi Eksisting	Kriteria Desain	Keterangan
1	Volume Efektif	50 m <sup>3</sup>	48	Memenuhi
2	Waktu Detensi	7,48 jam	6-10 jam	memenuhi
3	Kedalaman	2 m	1,5-2 m	memenuhi
4	Beban Air Limbah	0,83	< 1	Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

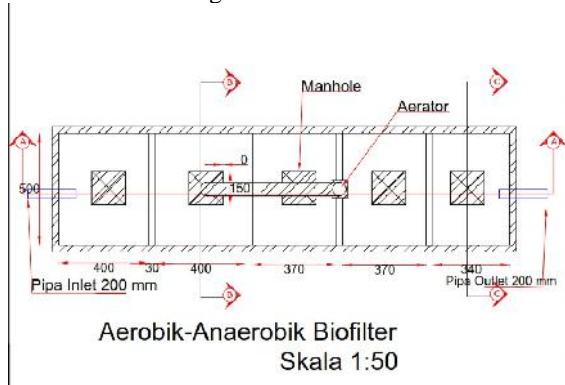


Analisis Kinerja Biofilter Aerobik-Anaerobik

Unit Biofilter aerobik-anaerobik pada IPAL RSUD dr. M. Soewandhi merupakan bioreaktor yang berisi bioball sebagai media untuk pertumbuhan mikroorganisme (biofilm). Reaktor ini mempunyai 5 sekat dengan ukuran masing-masing sama. Parameter kinerja yang dikaji untuk mengetahui efektifitas kinerja biofilter dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

No	Parameter kinerja	Kriteria Desain	Hasil
1	Kapasitas Pengolahan	62,5 m <sup>3</sup>	62,4 m <sup>3</sup>
2	Organik Loading Rate	10-12 kg/m <sup>3</sup> .d	0,18 kg/m <sup>3</sup> .d
3	Hidrolik Loading Rate	< 2 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> jam	0,4 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> jam
4	Waktu Detensi	12-24 jam	6,24 jam
5	Kebutuhan Oksigen	3,177 kg/hari	4,02 kg/hari

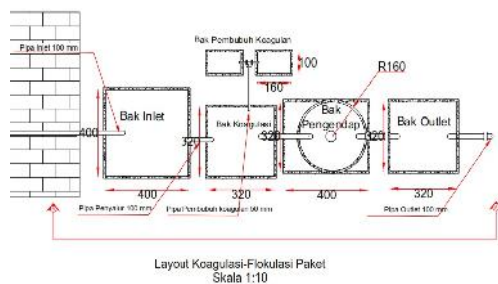
Sumber : Hasil Perhitungan



#### Analisis Perencanaan Unit Pretreatment

Untuk menurunkan kadar Phospat dan Nitrogen bebas dari limbah Laboratorium dan limbah Laundry dibutuhkan suatu unit pretreatment terlebih dahulu, agar membantu meringankan beban Limbah yang akan masuk ke IPAL. Unit-unit tersebut adalah : Koagulasi-Flokulasi Paket

Koagulasi-Flokulasi merupakan proses destabilisasi koloid dan partikel dalam air dengan menggunakan bahan kimia (disebut koagulan) yang akan menyebabkan pembentukan inti gumpalan, dan pada proses selanjutnya flok flok tersebut akan bergabung menjadi satu dan menghasilkan gumpalan yang lebih besar. Hasil pengolahan unit ini dapat mereduksi nilai kelebihan parameter N dan P yang menjadi salah satu penyebab kualitas effluent IPAL melebihi Baku mutunya.



#### iii. BOQ dan RAB

Tahap akhir dari suatu perencanaan adalah penyusunan Bill of Quantity dan Rencana Anggaran Biaya. Bill of Quantity merupakan perincian dari seluruh peralatan dan pekerjaan yang dibutuhkan di dalam suatu perencanaan. Dalam tugas akhir ini yang akan dihitung BOQ dan RAB nya pada perencanaan unit bak pengumpul dan unit pretreatmentnya

yaitu koagulasi flokulasi paket dengan kapasitas 50 m<sup>3</sup>/hari. BOQ pembangunan bak pengumpul hasil redesain terdiri dari pekerjaan pembetonan dan pemasangan pipa & aksesoris lainnya. Berikut perhitungan BOQ (Lihat Tabel berikut) untuk pembangunan bak pengumpul. Perhitungan BOQ pembangunan bak pengumpul disesuaikan dengan DED

Tabel BOQ Pembangunan Bak Pengumpul

No	Pekerjaan	Satuan	Volume (m <sup>3</sup> )
1	Beton Dinding	m <sup>3</sup>	0,896
2	Beton Lantai bagian Atas	m <sup>3</sup>	0,103
3	Pipa Ø 150 mm	unit	12,0
4	elbow 90 Ø 150 mm	unit	4,0
5	tee all Ø 150mm	unit	4,0

Sumber : Hasil Perhitungan

#### Hasil perhitungan BOQ unit pretreatment (Bak koagulasi-flokulasi)

Unit ini terdiri dari beberapa bak, yaitu bak inlet, bak koagulasi, bak pembubuh koagulan, bak sedimentasi, bak pengering lumpur dan bak outlet. Bak tersebut berbahan dasar beton, tujuannya adalah untuk meminimalkan biaya operasi dan mudah dalam pembuatan. Di bawah ini akan dijelaskan secara rinci untuk perhitungan BOQ (Lihat Tabel berikutnya):

Tabel BOQ Pembangunan unit pretreatment

No	Pekerjaan	Satua	Volume (m <sup>3</sup> )
1	Beton dinding	m <sup>3</sup>	3,432
2	Beton lantai	m <sup>3</sup>	1,144
3	Besi siku (6cm x 6cm)	M	10
4	Pipa Ø 100 mm	Unit	20,0
5	elbow 90 Ø 150 mm	Unit	6,0
6	tee all Ø 150mm	Unit	2,0

#### RAB Pembangunan unit bak pengumpul

Berdasarkan analisa harga satuan yang telah dilakukan, maka didapatkan biaya pembangunan unit bak pengumpul adalah sebagai berikut.

RAB Pembangunan unit bak pengumpul

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
I	<b>PEKERJAAN BETON DAN PASANGAN</b>			
1	Beton Dinding bertulang (m <sup>3</sup> )	1,37	Rp4.450.180	Rp6.096.746,6
2	Lantai Atas bertulang (m <sup>3</sup> )	0,83	Rp4.450.180	Rp 3.693.649
				<b>Rp.9.790.396,6</b>
	<b>SUBTOTAL I</b>			
II	<b>PEKERJAAN PENGADAAN DAN PEMASANGAN PERPIPAAN DAN ACCESSORIES</b>			
A	<b>PIPA INLET</b>			
1	Pipa dia. 150 mm PVC	3,0	Rp114.210	Rp342.630
2	Wall Pipe All Flange dia. 150	1,0	Rp114.210	Rp114.210

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
3	mm Elbow 90 dia.150 mm	3,0	Rp114.210	Rp342.630
B	<b>PIPA OUTLET</b>			
1	Pipa dia. 150 mm PVC	10,0	Rp114.210	Rp1.142.100
2	Wall Pipe All Flange dia. 150 mm	1,0	Rp114.210	Rp114.210
3	Elbow 90 dia.150 mm	2,0	Rp114.210	Rp228.420
	<b>SUBTOTAL II</b>			<b>Rp2.284.400</b>
	<b>Total I + Total II</b>			<b>Rp12.074.796,6</b>

#### RAB Pembangunan Unit Pretreatment

Berdasarkan analisa harga satuan yang telah dilakukan, maka didapatkan biaya pembangunan Unit Pretreatment sebagai berikut.

Tabel 0.9 RAB Pembangunan Unit Pretreatment

N O	URAIAN PEKERJAAN	VOL	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
I	<b>PEKERJAAN BETON DAN PASANGAN</b>			
1	Beton Dinding bertulang (m <sup>3</sup> )	3,43	Rp4.450.180	Rp15.264.117,4
2	Beton Plat Lantai Atas bertulang (m <sup>3</sup> )	1,14	Rp4.450.180	Rp 5.088.039,1
	<b>SUBTOTAL I</b>			<b>Rp.20.352.156,5</b>
II	<b>PEKERJAAN PENGADAAN DAN PEMASANGAN PERPIPAAN DAN ACCESSORIES</b>			
A	<b>PIPA INLET</b>			
1	Pipa dia. 100 mm PVC	3,0	Rp114.210	Rp342.630
2	Wall Pipe All Flange dia. 100 mm	1,0	Rp114.210	Rp114.210
3	Elbow 90 dia.100 mm	3,0	Rp114.210	Rp342.630
B	<b>PIPA OUTLET</b>			
1	Pipa dia. 100 mm PVC	10,0	Rp114.210	Rp1.142.100
2	Wall Pipe All Flange dia. 100 mm	1,0	Rp114.210	Rp114.210
3	Elbow 90 dia.100 mm	2,0	Rp114.210	Rp228.420
C	<b>Besi Penahan</b>			
1	Besi siku (6cm x 6 cm) Batang 6 m	1,0	Rp 405.000	Rp.405.000
	<b>SUBTOTAL II</b>			<b>Rp2.689.200</b>
	<b>Total I + Total II</b>			<b>Rp 23.041.356,5</b>

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian kinerja yang telah dilakukan di RSUD di Surabaya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kinerja IPAL RSUD di Surabaya, umumnya belum efektif karena ada beberapa parameter yang belum memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan gubernur Jatim No.72 tahun 2013.
2. Berdasarkan hasil evaluasi bangunan IPAL diperoleh hasil sebagai berikut:
  - a. Kinerja Bak Pengumpul masih perlu diperbaiki lagi, dikarenakan adanya penambahan beban dan volume dari limbah, oleh karena itu perlu adanya desain ulang.
  - b. Berdasarkan hasil evaluasi kualitas efluen IPAL belum memenuhi baku salah satunya disebabkan oleh nilai N dan P dalam air limbahnya, sehingga perlu redesign dengan pada bak pengumpul dan paket unit koagulasi dan flokulasi.
  - c. Berdasarkan dari hasil evaluasi perlu direncanakan redesign beberapa unit yaitu:
    - i. Mendesain ulang dimensi dari bak pengumpul dengan kapasitas 1,3788 m<sup>3</sup>
    - ii. Koagulasi flokulasi paket yang terdiri dari bak pengumpul berkapasitas 0,016 m<sup>3</sup>, bak koagulan berkapasitas 0,016 m<sup>3</sup>, bak sedimentasi berkapasitas 1,71 m<sup>3</sup>, bak lumpur berkapasitas 0,025 m<sup>3</sup> bak outlet berkapasitas 0,016 m<sup>3</sup>
3. Perhitungan Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan dalam penerapan redesign ini adalah Rp. 35.116.412.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]Anonim. 2009. SK Menteri Kesehatan RI No: 340/MENKES/SK/V/2010.
- [2]Anonim. 2009. SK Walikota No: 188.45/251/436.1.2/2009 tentang Penerapan Pola Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum Daerah pada Rumah Sakit Umum Daerah Dokter Mohamad Soewandhie Kota Surabaya.
- [3]Anonim. 2013. Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Limbah Cair Rumah Sakit.
- [4]Afry. 2013. **Desain Alternatif Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Proses Aerobik, Anaerobik dan Kombinasi Aerobik dan Anaerobik di Kota Surabaya**. Jurusan Teknik Lingkungan : FTSP-ITS.
- [5]Arifin, M. 2008. **Pengaruh Limbah Rumah Sakit Terhadap Kesehatan**. FKUI.
- [6]Asmadi. 2013. **Pengelolaan Limbah Medis Rumah Sakit**. Yogyakarta : Gsyen Publishing
- [7]Benefield dan Randal. 1994. **Waste Water Treatment**. London: Mc Graw Hill
- [8]Chandra, Kartika. 2007. **Pengolahan Limbah Secara Biologis**. Budijaya: Jakarta.
- [9]Droste, R. 1997. **Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment**. Jhon Wiley Inc. New York.
- [10]Ervin, Silviana. 2014. **Evaluasi Instalasi Pengolahan Limbah Cair RSUD dr. M. Soewandhi Surabaya**. Jurusan Teknik Lingkungan: FTSP-ITS
- [11]Hittlebaugh, John dan Miller, Meier. 1991. **Perhitungan Dasar Kimia Organik**. Whansom: New York

- [12]Lestari. 2008. **Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit**. Wijaya Puspa. Jakarta.
- [13]Metcalf and Eddy. 2004. **Wastewater Engineering, Treatment and Reuse Fourth Edition**. Mc. Graw Hill.
- [14]Mirwan. 2011. **Pengolahan Limbah Rumah Sakit Daerah Kelas A**. Jakarta.
- [15]Nasution. 2008. **Kinerja dan Evaluasi Rumah Sakit di Indonesia**. Dinas Kesehatan. Jakarta
- [16]Nurdijanto. 2011. **Wastewater Treatment Treatment Plant for Hospitality**. Lawson : Lawson, Inc.
- [17]Qasim. 1985. **Wastewater Treatment**. London : Prentice-Hall, Inc.
- [18]Rumhayati, Barlah. 2010. **Studi Senyawa Fosfat dalam Sedimen dan Air**, Jurnal Ilmu Dasar. [Vol] 11 No. 2. Juli 2010: 160-166
- [19]Said. 2009. **Pengelolaan Air Limbah Rumah Sakit, BPPT; Salvato, A.J. 1982**. Environmental and Engineering and Sanitation Thrid Edition.
- [20]Sasse. 1998.
- [21]Sawyer. 2004. **Unit Operations and Process in Environmental Engineering**. Boston : PWS Publishing Company.
- [22]Selamet. Achmad. 2000. **Manajemen Rumah Sakit**. Sagung Seto : Jakarta.
- [23]Setiarini dan Mangkoediharjo S. 2013. **Aerobic and Anaerobic Attached Growth Biotechnologies**. Handbook of Environmental Engineering, Volume 10 : Environmental Biotechnology.
- [24]Setiyono. 2010. Buku Acuan Badan Pengembangan
- [25]Shuler dan Kargi. 1992.
- [26]Sperling, Von. 2005.
- [27]Sudarmaji. 2012. **Kesehatan Lingkungan**. GMU Press : Surabaya.
- [28]Taufik. 2013. **Sanitasi Berbasis Masyarakat Perkotaan**. Erlangga : Jakarta.
- [29]Wahyono, Hadi. 1999. **Dasar-Dasar Perhitungan Limbah Cair**. ITS Press: Surabaya.
- [30]Waluyo, Herman J. 2016. **Hasil Laboratorium Februari 2016**. Komite Akreditasi Nasional: Surabaya
- [31]Weiner, Eugene R. 2007. **Application of Environmental Aquatic Chemistry: A Practical Guide**. New York: CRC Press
- [32]Wardhana, Wisnu Arya. 1995, **Dampak Pencemaran Lingkungan**. Andi Offset : Yogyakarta